Lane Medical Library

Ueber den Einfluss

des

Aufenthalts in verdünnter Luft auf die Form der Pulscurve.

INAUGURAL-DISSERTATION,

WELCHE

ZUR ERLANGUNG DER DOCTORWÜRDE

IN DER

MEDICIN UND CHIRURGIE

MIT ZUSTIMMUNG

DER MEDICINISCHEN FACULTÄT

DER

FRIEDRICH-WILHELMS-UNIVERSITÄT ZU BERLIN

am 6. August 1878

NEBST DEN ANGEFÜGTEN THESEN

ÖFFENTLICH VERTHEIDIGEN WIRD

DER VERFASSER,

Heinrich Knauer

aus Breslau.

OPPONENTEN:

K. Bornemann, Dr. med.
O. Wiegand, Dr. med.
G. Kersten, Dr. med.

BERLIN.

Buchdruckerei von Gustav Schade (Otto Francke).

Linienstr. 158.

Seinen theuren Eltern

in Dankbarkeit und Liebe

gewidmet

vom

Verfasser.

Seitdem die pneumatische Therapie der Krankheiten des Respirations- und Circulationsapparates in dem letzten Jahrzehnt eine schnell zunehmende Anerkennung und Verbreitung gefunden hat, hat man auch in ärztlichen Kreisen begonnen, sich eingehender mit dem Studium der Einwirkungen des Luftdruckes auf den Organismus zu beschäftigen, die bis dahin nur das Interesse der Physiologen erregt haben. Die Wirkungen des Aufenthalts in verdichteter Luft auf die Athmungsgrösse, auf die Körpertemperatur, den Blutdruck, den Stoffwechsel, insbesondere die Kohlensäure- und Harnstoffausscheidung sind meist mit Hilfe exacterer Methoden, als sie Vivenot zu Gebote standen, untersucht worden. Dagegen existiren nur sehr vereinzelte Beobachtungen über den Einfluss des Aufenthalts in verdünnter Luft auf den menschlichen Organismus. (M. Schyrmunski Inaug. Diss. 1877.) Das Studium dieser

Frage ist aber von besonderer praktischer Wichtigkeit, da das Höhenklima in der Behandlung der Lungentuberculose eine Hauptrolle spielt und der Gedanke nahe liegt, ein Surrogat für dasselbe in der verdünnten Luft der pneumatischen Glocke zu besitzen. Mir wurde die erwünschte Gelegenheit, grade diese Frage zum Gegenstand einer wissenschaftlichen Untersuchung zu machen, geboten im hiesigen jüdischen Krankenhause. Ich habe meine Aufmerksamkeit auf die Veränderungen gerichtet, welche die Form der Pulswelle durch eine allmähliche Erniedrigung des Atmosphärendrucks bis auf 435 Mm. Hg. erleidet und will dieselben hier einer specielleren Diskussion unterziehen. Wohl wissend, bei seiner beschränkten Zeit und Kraft nur Stückwerk zu bringen, bittet Verfasser im Vornherein um gütige Nachsicht.

Schilderung der Untersuchungsmethode.

Die Untersuchungen wurden gemacht im pneumatischen Kabinet des Berliner jüdischen Krankenhauses, welches Kabinet mir in liberalster Weise zur Verfügung gestellt worden war, mittelst des Marey'schen Sphyg-

mograph nach der gewöhnlichen Methode, d. h., in sitzender Stellung, den Vorderarm in ganz ungezwungener, nahezu horizontaler Haltung, die Hand in Supination. Die Versuche wurden theils an mir selbst, theils an meinem Collegen Kersten angestellt. Die ganze Untersuchungszeit erstreckte sich auf 2 Monate und wurde während dieser Zeit meine Lebensweise gar nicht geändert. Jede Sitzung, welche gewöhnlich Nachmittags von 2—4 Uhr, seltener Vormittags von 10 bis 12 Uhr stattfand, dauerte 2 volle Stunden. Alle Sitzungen in verdünnter Luft, welche in die Zeit vom 2. Februar bis 23. desselben Monats fallen, geschahen unter gleichem Atmosphärendruck, nämlich in einer Verdünnung von $^3/_7$ Atmosphäre, was einem Drucke von 12″ = 325 Mm. Hg. oder einer Verdünnung der Luft bei senkrechter Erhebung um 14000′ entspricht. Die Verdünnung wurde allmählich und gleichmässig eingleitet, bis zur Erreichung des Maximum der Druckerniedrigung vergingen 40 Min., darauf blieb der Druck eine ganze Stunde lang constant und stieg dann wieder progressiv, jedoch schneller als er gefallen war, um in 20 Min. den normalen Druck zu erreichen. Sofort beim Beginne der Sitzung wurde jedes Mal eine Curve auf-

genommen und darauf in Zwischenräumen von 10 bis 15 Min. immer eine neue gezeichnet, so dass jede Sitzung ca. 12 Curven lieferte. Aus einer grösseren Summe von Curven, die schliesslich zu einem constanten Resultate führten, theile ich die folgenden Beobachtungen mit, welche ich nur an den ganz besonders charakteristischen Pulswellenzeichnungen demonstriren will. Ich bringe von den beiden Sitzungen, welche am 13. und 20. Februar Statt hatten, je 4 Curven, von denen eine vor der Sitzung, eine nach der Sitzung und zwei während der Sitzung und zwar im Beginne und am Ende des stationären Druckstadium gezeichnet worden sind.

Discussion der Curven.

Wenn ich die vier Einer Sitzung angehörigen Pulswellenzeichnungen in Bezug auf Amplitude, Ascension und Descension der Wellen mit einander vergleiche, so kommt es mir vor, als ob die Höhe der Curven, welche ich in der Glocke in verdünnter Luft gezeichnet, zunehme, die Ascensionslinie steiler aufstiege, die Descensionslinie senkrechter abfiele; jedenfalls constatirte

ich, dass sich die Curven bei den von mir benutzten Graden der Luftverdünnung nicht erniedrigten — eine auffallende Erscheinung, welche im Widerspruch steht mit den Beobachtungen, welche die Luftschiffer und Bergbesteiger gemacht haben. M. Lortet, Professor zu Lyon, giebt bei der Besteigung des Mont-Blanc an, „dass der Puls nach der Ankunft auf den Gipfel des Berges fadenförmig, dem Pulse des stadium algidum ähnlich geworden sei.“ Wir hätten demnach erwarten können, dass bei 2stündigem Aufenthalte in verdünnter Luft der Puls kleiner werden würde; allein hierin lässt das sphygmographische Instrument im Stich, ja verleitet vielmehr einen kurzsichtigen Unbefangenen auf eine Druckerhöhung im Arterien-System zu schliessen. Die in der Tabelle beigegebene Curve No. VII zeigt einen Puls, welcher sich durch eine ganz kolossale Amplitude der Welle auszeichnet, sie wurde gezeichnet in der Sitzung vom 20. Februar, nachdem 30 Minuten nach Eintritt des Maximum der Druckerniedrigung vergangen waren.

Suchen wir eine Erklärung dieser auffallenden Erscheinung. Physiologische und pathologische Erfahrungen lehren in Uebereinstimmung, dass je grösser

die Widerstände im Arteriensystem, welche das Herz zu überwinden hat, um so niedriger die Pulswelle; je geringer jene, um so höher — ceteris paribus — diese. In seinen berühmten Untersuchungen über die Wellenbewegung in elastischen Schläuchen hat E. H. Weber bereits hervorgehoben, dass je grösser die Spannung des Schlauchs, um so schneller die Wellenbewegung verschwindet. Auf den hohen, weichen Puls im präagonalen Studium z. B. der Opiumintoxication, bei der man wohl eine Parese der vasomotorischen Centren und in Folge dessen Erweiterung der kleinen Arterien, Druckabnahme, Entspannung des Aorten-Systems anzunehmen berechtigt ist, hat Marey die Aufmerksamkeit der Aerzte gelenkt. In Uebereinstimmung damit stehen alltägliche Erfahrungen über die Pulshöhe im Verlauf von Typhus und anderen Infectionsfiebern, in denen die Funktionen der Nervencentren darniederliegen. Besonders prägnant dürfte zum Belag dieser Behauptung ein Vergleich des hohen Pulses der reinen Aortenklappen-Insufficienz, bei welcher der arterielle Druck, wie zuerst Traube hervorgehoben, subnormal sein muss, mit dem niederen Pulse bei Nierenschrumpfung mit Herzhypertrophie sein, dessen Am-

plitude trotz gesteigerter Energie der Herzthätigkeit nicht zunimmt, weil die Widerstände im Arteriensystem, die Spannung desselben abnorm gross sind.

Die Ausdehnung der Gefässwandung hängt also nicht bloss von der Energie ab, mit welcher der Herzmuskel sich contrahirt, sondern auch — und zwar vornehmlich — von den Widerständen, welche das in die Gefässe geschleuderte Blut in deren Bahn findet und zwar steht die pulsatorische Ausdehnung der Arterienwand im graden Verhältniss zur Energie der Herzcontractionen und im umgekehrten zur Abnahme der Widerstände. Verstärkt sich also jene und vermindert sich diese, so wird ceteris paribus die relativ grösste Excursion des Pulses erzeugt; umgekehrt wird die Amplitude der Wellen immer niedriger werden, schliesslich ein pulsus insensibilis eintreten, wenn die Herzcontractionen kraftlos geworden und dabei der Widerstand in den peripheren Gefässen sich stark vergrössert hat. Die Vergrösserung der Amplitude der Wellen kann demnach Folge sein entweder der verstärkten Impulsionskraft des Herzens oder der verminderten Spannung der Gefässe. Hier bei diluirter Luft liegt die Sache so, dass nur der Widerstand in den

Gefässen abgenommen hat, in Folge der geringeren Spannung der Arterien, herbeigeführt durch den verminderten Druck der verdünnten atmosphärischen Luft auf die Gefässwandungen, die Herzenergie dagegen nicht alterirt worden ist; und wir finden demzufolge eine entschiedene Grössenzunahme des Radialpulses, welche sich in den kolossalen Ausschlägen des Schreibhebels am Sphygmograph zu erkennen giebt.

Ganz anders aber stellt sich meiner Ueberzeugung nach das sphygmographische Bild dar bei höheren Graden der Luftverdünnung oder längerer Einwirkung einer mittleren Luftverdünnung, hier wird die Abnahme der Energie sich immer stärker geltend machen gegenüber den verminderten Widerständen und der Effect wird der sein, dass die pulsatorische Ausdehnung der Arterienwände eine geringere werden wird, und Lortet's Beobachtungen beim Besteigen des Mont-Blanc würden somit ihre natürliche Erklärung finden.

Steile Ascension.

Die Steilheit der Ascension der Welle, die nicht so deutlich an den Curven ausgeprägt ist, als dieje-

nige der Descension, ist der Ausdruck eines brüsquen Ansteigens des arteriellen Druckes bei der Systole des Herzens, eine Erscheinung, der wir bekanntlich gleichfalls bei der Aorten-Insufficienz unter vielen anderen pathologischen Prozessen begegnen, im Gegensatz zu der trägen, ganz allmählich stattfindenden Ascension bei Stenose des Aortenostium; dort verminderte, hier beträchtlich erhöhte Arbeit des Herzmuskels, um durch das enge Diaphragma an dem Aortenventil seinen Blutinhalt hindurchzupressen; daher dort schnelle, hier erheblich protahirte Systole.

Steile Descension.

Die steile Descension der Welle ist der Ausdruck einer abnorm kurzen Diastole der Arterie, bedingt durch das rapide, fast momentane Absinken des arteriellen Drucks von seinem Maximum, gleichfalls nur möglich, wenn der Abfluss des Blutes aus dem Arteriensystem in's Venensystem abnorm erleichtert ist durch Erweiterung der kleinsten Arterien, in denen bekanntlich der wesentlichste Theil des Widerstandes für die arterielle Blutströmung seinen Sitz hat; im Gegensatz

dazu das Plateau (Marey) am Scheitel der Pulscurve bei Aortenstenose, Arteriosclerose etc.

Die bisher diskutirten Qualitäten des Pulses, den wir in der verdünnten Luft der Glocke betrachtet haben, und der als pulsus altus et celer ohne Bedenken zu bezeichnen ist, würden, wenn sie auch mit exacteren Hilfsmitteln, als sie mir für die Pulsschreibung zur Verfügung standen, constant gefunden werden sollten, zu der Annahme berechtigen, dass eine Verminderung des Luftdrucks die Spannung im Aortensystem herabsetzt, das Herz entlastet. Zwar könnte die Zunahme der Wellenhöhe allein auch auf eine Steigerung der Herzenergie bei unveränderter arterieller Spannung bezogen werden; denn mit der Grösse der wellenerregenden Kraft muss ja selbstverständlich — ceteris paribus — die Amplitude des Pulses wachsen. Allein einmal bliebe dadurch der p. celer unerklärt, dann aber ist die Hypothese einer mit abnehmendem Atmosphärendruck steigenden Herzkraft unwahrscheinlich. Bei oberflächlicher Erwägung, wie sie grade bei der Kritik der mechanischen Wirkungen der verdichteten resp. verdünnten Luft in den pneumatischen Cabinetten oft genug unterlaufen ist, könnte man wohl die entgegen-

gesetzte Wirkung a priori postuliren. Je mehr die Spannung der Luft in den Lungen, die ja von derjenigen der umgebenden Atmosphäre abhängig ist, sinkt, um so mehr, liesse sich annehmen, wird die Systole des Herzens durch Aspiration erschwert, die Diastole erleichtert. Man deducirte alsdann folgendermassen: Da der Druck in der Thoraxhöhle bei jeder Inspiration bekanntlich negativ wird, findet gleichsam ein Zug der Herzwandungen nach Aussen Statt, welcher der Contraction des Herzens bei jeder Systole grade entgegen wirkt. Derselbe negative Druck lastet auch auf den im Thorax eingeschlossenen Wurzeln der grossen Gefässe. Da die ausserhalb der Brusthöhle gelegenen Venen unter dem vollen Athmosphärendruck stehen, so muss bei jeder Inspiration eine Ansaugung des Venenblutes Statt finden. Nun ist beim Aufenthalte in luftverdünntem Raume die Respiration stets beschleunigt, d. h., die Inspiration geschieht häufiger; es wird also die Aspiration des Blutes aus den extrathoracischen Gefässen in erhöhtem Maasse stattfinden, es wird eine beträchtlichere Menge Blut aus dem Venensystem sich in's Herz ergiessen können und dadurch die Blutfüllung und der Seitendruck im Arteriensystem sinken.

Man übersieht aber dabei, wie dies manchen Autoren begegnet ist, dass augenblicklich oder wenigstens sicherlich doch während des Stadium des constanten Druckminimums in der Glocke eine Ausgleichung des Druckes stattfinden muss, der auf der Oberfläche und auf den inneren Organen des Körpers lastet, dass nicht etwa, wie bei der Einathmung verdünnter Luft aus den sog. transportablen pneumatischen Apparaten, hier eine einseitige Verminderung der Luftspannung in den Lungen hervorgerufen wird, die selbstverständlich auf die Herzthätigkeit alterirend einwirken muss, sondern dass von der Peripherie her das Blut dem Herzen gleichfalls, um an den concreten Fall meiner Untersuchung anzuknüpfen, nur unter 435 Mm. Druck zuströmt. Die Herzarbeit dürfte also ohne Weiteres, wenn nicht etwa andere Momente ins Spiel kommen, durch den Luftdruck nicht modificirt werden.

Dikrotie.

Was Jedem sofort an allen Curven, welche unter der Glocke in verdünnter Luft gezeichnet wurden, und zwar an dem absteigenden Schenkel der Wellen auf-

fallen muss, ist die excessive Rückstosselevation, welche so klar ausgeprägt ist, dass die Vermuthung eines pathologischen p. dicrotus nicht mit Unrecht nahe liegt; die Elastizitäts-Elevationen hingegen sind nur gering an Zahl und ausserdem schwach ausgeprägt, ja sind an einzelnen Curven gar nicht vorhanden. Dieser Dikrotismus, der besonders an den Curven No. III u. VII deutlich kennbar ist, trat bei allen meinen sphygmographischen Curven zu Tage; er fehlte nie, war übrigens constant auch schon taktil für den tastenden Finger wahrzunehmen. Auffallend war, wie er mit zunehmender Druckerniedrigung immer tiefer ans Ende des absteigenden Schenkels der Curve rückte, was vielleicht zur Erklärung für die geringe Zahl der Elastizitätselevationen, die erst hinter der Rückstosselevation deutlich kennbar werden, herangezogen werden kann, indem dadurch in der Zeiteinheit weniger Raum für die Elastizitätsschwankungen vorhanden ist. Da nach den heutigen Untersuchungen eine auffallende Dikrotie des Pulses ebenfalls ein sicheres Zeichen verminderter Spannung und geringerer Füllung des Arterienrohres ist, so gewinnt unser schon oben aus dem p. altus und celer gezogener Schluss, dass eine Verminderung

des Luftdrucks die Spannung im Aortensystem herabsetzt, die grösste Berechtigung.

Frequenz.

Hinsichtlich eines Punktes lassen die sphygmographischen Curven vollkommen in Stich, nämlich in Bezug auf die Vermehrung der Pulsfrequenz; was man schon tactil wahrnimmt, das geben sie nicht wieder.

Ich erhielt zu keiner Zeit einer Sitzung, wenn ich die ganze Serie der Wellen einer Curve zählte, eine Vermehrung der Anzahl der Wellen. Und doch trat eine merkliche Frequenz der Pulsschläge in der Zeiteinheit ein (nach Vivenot im Mittel 13 Schläge mehr in der Minute), was auf rein mechanische Weise zu Stande zu kommen scheint, indem durch Verringerung des auf der Körperoberfläche und besonders auf den peripherisch gelegenen Gefässen lastenden Druckes die Widerstände, welche die mit der Herzsystole ausgestossene Blutwelle erfährt, vermindert und dadurch die Herzaction erleichtert und die Herzpulsationsfrequenz consecutiv beschleunigt wird gemäss dem von Marcy aufgestellten Gesetz, welches lautet: „das Herz

schlägt um so häufiger, je leichter es sich entleeren kann.“

Vielleicht liegt der Grund von dieser gewiss auffallenden Insufficienz des Sphygmographen, welcher keine Vermehrung der Curvenwellen trotz der grösseren Zahl der Pulsschläge demonstrirt, darin, dass die Ablaufsdauer des Uhrwerkes in verdünnter Luft moderirt wird. Es ist dies eine Conjectur, welche uns entgegentritt aus der Thatsache, dass die verdichtete Luft als solche einen verlangsamenden Einfluss auf den Gang des Uhrwerks ausübt. Es ist also nicht unwahrscheinlich, dass durch verdünnte Luft die entgegengesetzte Wirkung auf die Ablaufszeit des Uhrwerks hervorgerufen wird, welche den Effect der vermehrten Pulsfrequenz gewissermassen compensirt.

Anakrotie.

In Einem Falle waren an dem ascendirenden Schenkel der Wellen, welcher der Herzsystole entspricht, elastische Erhebungen nachweisbar, welche sich als zackenförmige Unterbrechungen darstellten. Die Tendenz zur Bildung anakroter Erhebungen, welche

durch Schwingungen der elastischen Röhrenwände erzeugt werden, findet sich bei gesteigerter Spannung und erhöhter Blutfülle im Arterienrohre. Diese Erscheinung, welche an der vor Anfang der Sitzung gezeichneten Curve (No. V.) deutlich sichtbar war und auch noch im Beginne der Sitzung fortbestand, verschwand 20 Min. nach Eintritt des Druckminimum und ist an der Curve No. VII, welche wir in der letzten Hälfte des Druckminimum zeichneten, nicht mehr zu sehen.

Alle Veränderungen des Pulses beim Aufenthalt in verdünnter Luft, Steilerwerden der Ascensions- und Descensionslinie, Vergrösserung der Amplitude, deutlichere Dikrotie erschienen um so prägnanter, je grösser die Luftverdünnung wurde und je länger der Aufenthalt in der Glocke dauerte, schwanden aber auch wieder mit der Rückkehr zu normalen Druckverhältnissen. Darin stimmen diese Resultate überein mit denen, die wir bei Anwendung verdichteter Luft gewonnen, dass auch bei letzteren keine deutliche Nachwirkung nachweisbar wurde.

Parallelversuche.

Die Untersuchungen über die Veränderungen der Pulswelle in comprimirter Luft, die ja von Vivenot in erschöpfender Weise ausgeführt worden sind, wurden von mir nur zum Zwecke des Gegenversuchs angestellt. Sie fallen in die Zeit vom 23. Februar bis 25. März; meistens fanden die Sitzungen Vormittags von 10 bis 12 Uhr, seltener Nachmittags von 2—4 Uhr statt, nicht immer unter einem und demselben Druck, gewöhnlich hatten wir eine ganze Atmosphäre, zuweilen aber auch nur $^1/_2$ Atm. Ueberdruck. Hinsichtlich des Modus der Drucksteigerung war eine Aenderung eingetreten: das erste Stadium, das des ansteigenden Druckes, dauerte nicht, wie das entsprechende Stadium des abnehmenden Druckes 40 Min., sondern 20 und das Stadium des abnehmenden Druckes dauerte nicht, wie das entsprechende Stadium des zunehmenden Druckes bei verdünnter Luft 20 Min., sondern 40; im Uebrigen wurde 1 Stunde für das constante Druckmaximum beibehalten. Die in verdichteter Luft aufgenommenen Pulswellenzeichnungen sind ihrer Mehrzahl nach an unserer Ra-

dialarterie gewonnen worden, wir geben auch bei dieser nur die ganz besonders characteristischen wieder.

Alle auffallenden Erscheinungen, welche in schroffem Gegensatze stehen zu denjenigen Resultaten, die wir bei Anwendung verdünnter Luft fanden, führt uns diejenige Curve (No. IX) vor Augen, welche wir am 23. Februar 10 Min. nach Beginn des Maximum der Drucksteigerung zeichneten; wir hatten in dieser Sitzung eine ganze Atmosphäre Ueberdruck.

Wir sehen an Curve No. IX die Ascensionslinie weniger vertical (übrigens an einigen Curven noch besser ausgeprägt), wie dies unter normalen Verhältnissen fast stets der Fall ist; sodann das absteigende Wellenstück der Curve in höchst auffallender Weise einen Bogen beschreiben, welcher seine Convexität nach oben hat; von der Rückstosselevation, die im Anfange der Sitzung klar ausgeprägt war, sehen wir nur noch eine kurze Andeutung: den in der Nähe des Gipfels der Curve sich befindenden Buckel müssen wir als solche ansprechen; die Elastizitätsschwankungen wurden mit zunehmender Drucksteigerung und längerem Aufenthalt in der Glocke immer deutlicher an Zahl und Grösse und erschienen zusammen mit der Rückstosselevation

höher hinaufgerückt gegen den Scheitel der Wellen; was schliesslich letzteren anbetrifft, so unterscheidet er sich auch sehr wesentlich von dem Scheitel der in verdünnter Luft gezeichneten Curven, während unter normalem Luftdruck und noch mehr unter vermindertem das Gipfelstück einen spitzen Winkel darstellt, verwandelt sich bei Anwendung verdichteter Luft der Scheitel in einen stumpfen Winkel.

Alle diese Erscheinungen sind ein Zeichen erhöhter Blutfülle im Arterienrohre bei gesteigerter Vermehrung des Widerstandes, welchen das Blut in seinen Gefässen erfährt und können nicht bezogen werden auf eine Verminderung der Herzaction bei unveränderter arterieller Spannung, wie es Einige thaten. Sie deducirten so: Die comprimirte Luft zeigt sich der Contraction des Herzens bei jeder Systole günstig, sie wirkt nämlich dem negativen Drucke, welcher im Thorax herrscht, entgegen und kann ihn, wenn sie stark genug ist, in einen positiven verwandeln. Tritt dies ein, so, schlossen sie weiter, wird die Aspirationskraft der Lungen, welche die Blutbewegung unterstützt, vollständig vernichtet; dies gebe ein Hinderniss ab für die Entleerung des Venenblutes in die Brusthöhle, und bei einem einiger-

massen starken atmosphärischen Druck pflanze sich die Stauung nach rückwärts fort bis auf die Capillaren und bringe diese zum Maximum der Füllung und Spannung; sie schlossen, dass die Systole des Herzens durch Aspiration erleichtert, die Diastole erschwert sei in verdichteter Luft. Allein man übersah hier gleichfalls, dass doch immer eine Ausgleichung desjenigen Druckes, der auf der Oberfläche und auf dem Inneren lastet, stattfinden muss.

Die Qualitäten des Pulses, den wir in verdichteter Luft beobachten, lassen auf erhöhte Spannung im Arteriensystem bei gesteigertem Blutdruck schliessen. Letzerer ist bewiesen worden durch mehrfache experimentelle Untersuchungen.

Durch Compression sämmtlicher peripherer Gefässe in Folge der Verstärkung des atmosphärischen Druckes wird ein doppelter Effect erreicht, einmal werden die peripheren Arterien absolut gering mit Blut gefüllt werden, andererseits wird eine vermehrte Strömung des venösen Blutes von der Periphere nach dem Centrum, dem Orte des geringeren Druckes erfolgen. In Folge davon, dass die Blutwelle nur langsam in die Arterien gelangen kann, finden wir einen pulsus parvus et tar-

dus, wie er bei Aortenstenose sich darbietet, wo die Entleerung des linken Ventrikel in Folge der stenosirten Oeffnung trotz der durch die Hypertrophie bedingten grösseren Impulsionskraft des Herzens auch nur eine allmähliche ist. Auf diese Weise wird die ganz auffallende kuppelförmige Gestalt der Gipfel unserer Pulscurven klar. —

Wie aber erklärt sich das vollständige Verschwinden der Rückstosselevationen? Nach Landois ist „die Rückstosselevation um so kleiner, je grösser ceteris paribus die Spannung der Arterienwand ist.“

Dadurch, dass der Druck im Thoraxraum positiv wird, dadurch dass die Zugkraft der Lungen auf die Herzwandungen aufgehoben, wird die Herzarbeit erleichtert, die Herzaction eine stärkere und der Druck im Aortensystem ein grösserer. Diese erhöhte Spannung im Arteriensysteme kann man auch bereits durch den tastenden Finger constatiren; denn der Radialpuls ist so hart, dass er nur mit Mühe sich wegdrücken lässt; graphisch manifestirte sich dieselbe dadurch, dass die Rückstosselevationen, welche anfänglich noch deutlich waren, immer niedriger wurden, bis sie schliesslich fast vollständig verschwanden — ganz

im Gegensatz zu den dikroten Curven, die wir in der verdünnten Luft gezeichnet.

Vor dem vollständigen Verschwinden der Rückstosselevation konnten wir, wenn wir die ganze Reihe der in einer Sitzung gezeichneten Curven betrachteten, stets constatiren, dass die Rückstosselevationen zusammen mit den Elastizitätsschwankungen immer höher nach dem Gipfel der Curven rückten; an einzelnen Curven stellte sich dann das Bild so dar, als wären statt Eines Gipfels zwei vorhanden, darin einem pulsus bigeminus ähnlich, sich bloss dadurch von letzterem unterscheidend, dass die beiden Gipfel nicht spitze, sondern stumpfe Winkel repräsentirten.

Eine Erklärung für das Verschwinden der Rückstosselevationen beim Aufenthalte in verdichteter Luft gibt Vivenot, er sagt nämlich pag 379: „die in Folge der äusseren Druckverstärkung mit jeder Diastole sich weniger ausdehnende und in Folge der Blutdruckverstärkung mit jeder Systole sich weniger contrahirende Arterie macht die zwischen Systole und Diastole in ihrem Lumen bestehenden Unterschiede geringer; und die geringer gewordenen Excursionen, welchen überdies noch die stärker gespannten und contrahirten

Wandungen mit erhöhter Widerstandskraft entgegenstehen, theilen sich auch der elastischen Wandung des Gefässes in geringerem Grade mit. Da nun die durch Erhöhung des inneren und äusseren Widerstandes gespanntere Wandung der Fortpflanzung des erhaltenen Wellenimpulses ungleich kräftigeren Widerstand entgegensetzt, als dies bei einer laxen, wenig Flüssigkeit enthaltenden Röhre der Fall ist, so nimmt die durch die Aufeinanderfolge der mit der Herzsystole in die Gefässe geschleuderten Blutwellen erzeugte und an den elastischen Wandungen derselben als Wellenbewegung ihren Ausdruck findende Nachwirkung immer kleinere Dimensionen an bis zum vollkommenen Verschwinden."

Pulsfrequenz.

Wir waren nicht ein einziges Mal im Stande sphygmographisch das Factum zu bestätigen, dass in verdichteter Luft die Pulsschläge seltener auf einander folgen. Es ist dies gewiss auffallend, da die Pulsverlangsamung in der Zeiteinheit nicht unbedeutend ist. Vivenot hat aus einer grossen Zahl von Beobachtungen die mittlere Pulsverlangsamung beim Aufenthalte in

comprimirter Luft auf 6 Schläge in der Minute berechnet. Man sollte meinen, dass diese Pulsveränderung sich an den Curven wird kennbar machen; allein dies geschieht hier grade so wenig, wie an den Curven, die wir in der Luftverdünnung zeichneten, wo, da die mittlere Pulsbeschleunigung 13 Schläge in der Minute betrug, die Erscheinung noch räthselhafter blieb.

Resumé.

Stellen wir schliesslich eine vergleichende Betrachtung der unter dem Einflusse der barometrisch verschiedenen Luftarten erzielten Resultate an, so werden wir finden, dass die gewonnenen Ergebnisse stricte entgegengesetzte sind. Während die in verdünnter Luft gezeichneten Curven eine hohe, steile, spitze, exquisit dikrote Welle zur Anschauung bringen, zeigen uns die in verdichteter Luft gewonnenen Zeichnungen nichts davon; nur darin scheinen die Curven übereinzustimmen, dass ihre auffallenden Eigenschaften mit der Rückkehr zu normalen Druckverhältnissen auch wieder verschwanden.

Schluss.

Doch so klar traten die Gegensätze nicht immer hervor. Wir fanden auch Curven, namentlich gilt dies von solchen, die wir in verdichteter Luft gezeichnet hatten, auf welche der veränderte Luftdruck keinen Eindruck gemacht hatte; ja zuweilen selbst solche, welche entgegengesetzte Erscheinungen erkennen liessen. Es ist nicht unwahrscheinlich, dass Einflüsse existiren, welche im Stande sind, die Wirkung der Luftveränderung zu maskiren und paralysiren. Wenn wir uns auch die grösste Mühe gaben, diese unbekannten Einflüsse, welche Fehlerquellen abgaben, zu entdecken, so war uns dies bei der Subtilität der sphygmographischen Experimente nicht immer möglich. Jedenfalls aber waren diese abnormen Curven, welche in grosser Minderheit sich befanden, nur die Ausnahmefälle und dürfen wir uns also auch nicht dem Nihilismus hingeben, andrerseits aber auch nicht zu optimistischen Auffassungen hinreissen lassen; es herrscht durchaus keine vollkommene Harmonie und die schönen Hoffnungen, welche wir auf die sphygmographischen Curven gesetzt — sie entbehren der Begründung: Manches, was man ohne

Instrument erkennt, gaben die Curven gar nicht wieder.

Es erübrigt mir am Schlusse meiner Arbeit nur noch die angenehme Pflicht, meinem Lehrer, Herrn Prof. Jacobson für die Freundlichkeit, mit der er mir bei Abfassung dieser Arbeit entgegengekommen ist, meinen wärmsten Dank auszusprechen. —

THESEN.

I.

Das Cauterium potentiale bietet durchaus keinen vollständigen Ersatz für das Cauterium actuale.

II.

Unter allen wehenbefördernden Mitteln ist die Katheterisation des Uterus das wirksamste.

III.

Die Diagnose auf Lungenabscess ist aus der Beschaffenheit des Sputum zu stellen.

Verfasser, Heinrich Knauer, evangelischer Confession, geboren am 1. Juni 1854 zu Breslau, besuchte von Ostern 1864 bis Michaelis 1872 das Maria-Magdalenen-Gymnasium seiner Vaterstadt und seit Michaelis 1872 das Johannes-Gymnasium daselbst, welches er Ostern 1874 mit dem Zeugniss der Reife verliess. Seine medicinischen Studien machte er auf den Universitäten Heidelberg (Ostern 1874 — Michaelis 1874) Leipzig (Michaelis 1874 — Ostern 1876) und Berlin (Ostern 1876 — Michaelis 1878). Das Tentamen physicum bestand er am 11. März 1876 in Leipzig; vom 1. April 1875 bis 1. October 1875 genügte er seiner Dienstpflicht mit der Waffe bei dem Kgl. Sächs. Inf. Reg. (Prinz Johann Georg) No. 107. Das Examen rigorosum bestand er am 5. März 1878 zu Berlin.

Während seiner Studienzeit besuchte er die Vorlesungen, Kliniken und Curse folg. Herren Professoren und Privatdocenten: Bälz, Bardeleben, Benecke, Birnbaum, Bose, Bunsen, Flechsig, Güterbock, Henoch, Heubner, Hirsch, His, H. Jakobson, Kirchhoff, Kolbe, v. Langenbeck, Leuckart, Lewin, Liebreich, Liman, Ludwig, J. Meyer, Nuhn, Peschel, Pfitzer, Rauber, Schoeler, Schroeder, Senator, Virchow, Weber-Liel.

Allen diesen Herren, seinen verehrten Lehrern, spricht Verfasser seinen aufrichtigen Dank aus. —
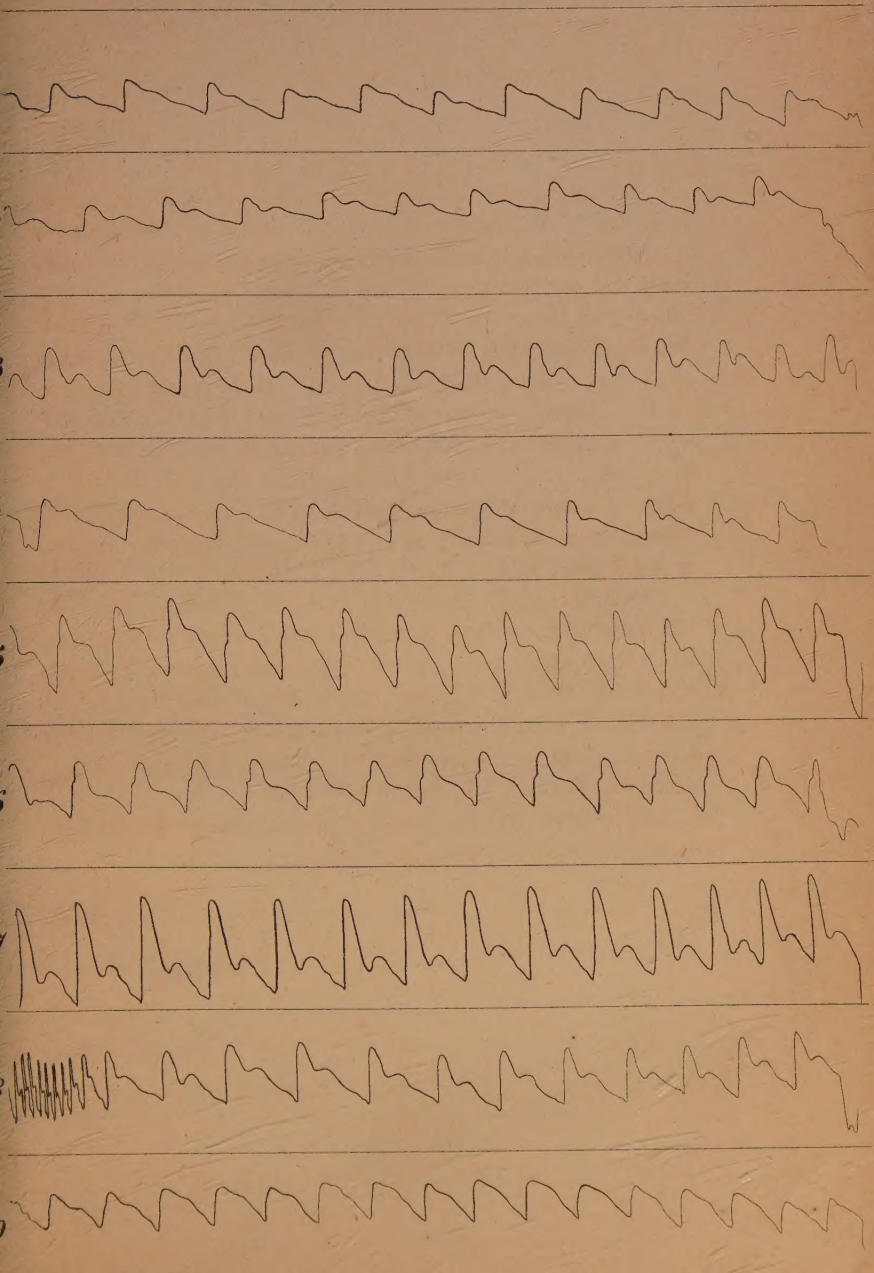
Tabelle der Curven.